

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04B 7/08

H04B 7/26 H01Q 3/26



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01818178.3

[43] 公开日 2004年2月4日

[11] 公开号 CN 1473404A

[22] 申请日 2001.10.26 [21] 申请号 01818178.3

[30] 优先权

[32] 2000.10.27 [33] US [31] 09/697,187

[86] 国际申请 PCT/US01/42815 2001.10.26

[87] 国际公布 WO02/35729 英 2002.5.2

[85] 进入国家阶段日期 2003.4.28

[71] 申请人 格林威治科技联合公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 卡尔·M·艾拉姆

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

司

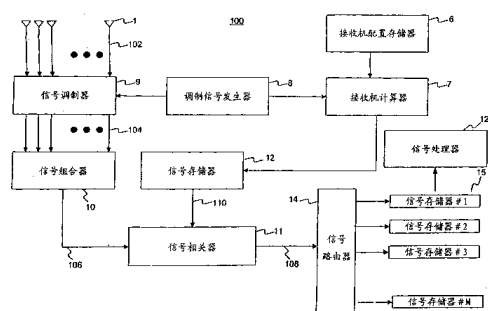
代理人 李 辉

权利要求书 8 页 说明书 12 页 附图 5 页

[54] 发明名称 用于空分多址接收机的方法和设备

[57] 摘要

根据本发明的方法和系统在具有多个接收单元的接收机接收多个发送信号，其中每个发送信号具有不同空间位置。该方法和系统在多个接收单元中接收多个发送信号以产生多个接收单元信号、从该多个接收单元信号产生一个组合信号以及利用不同空间位置从组合信号中分别检测多个发送信号。为此，根据本发明的方法和系统产生多个任意调相信号，并利用一个不同调相信号分别对多个接收单元信号中的每个接收单元信号进行调相以产生多个调相信号。然后，该方法和系统将多个调相信号组合为一个组合信号、产生预期信号以及把组合信号与预期信号互相关以产生相关信号。然后，该方法和系统将相关信号存储到相关信号存储器内，并分析相关信号以从发送信号中提取信息。



1. 一种在具有多个接收单元的接收机内接收信号的方法，该方法包括步骤：
- 5 在多个接收单元中接收一个发送信号以产生多个接收单元信号；
 产生多个任意调相信号；以及
 利用多个任意调相信号中的一个不同调相信号分别对多个接收单元信号中的每个接收单元信号进行调相以产生多个调相信号。
2. 根据权利要求1所述的方法，其中任意调相信号是不相关随机相位信号。
- 10 3. 根据权利要求1所述的方法，该方法进一步包括将多个调相信号组合为一个组合信号的步骤。
4. 根据权利要求3所述的方法，其中组合步骤包括将多个调相信号相加为一个组合信号的步骤。
- 15 5. 根据权利要求3所述的方法，该方法包括从组合信号中检测发送信号的步骤。
6. 根据权利要求5所述的方法，该方法包括从检测的发送信号中提取信息的步骤。
7. 根据权利要求3所述的方法，该方法进一步包括步骤：
20 产生一个预期信号；以及
 把组合信号与预期信号相关以产生相关信号。
8. 根据权利要求7所述的方法，其中产生预期信号的步骤包括产生作为多个调相信号的函数的预期信号的步骤。
9. 根据权利要求7所述的方法，其中产生预期信号的步骤包括从特
25 定方向产生预期信号的步骤。
10. 根据权利要求9所述的方法，其中产生预期信号的步骤包括从多个方向产生多个预期信号的步骤；而且其中把组合信号相关的步骤包括把组合信号分别与来自多个方向的多个预期信号中的每个预期信号相关以产生多个相关信号的步骤。

11. 根据权利要求 7 所述的方法，其中把组合信号与预期信号相关的步骤包括把组合信号与预期信号互相关以产生互相关信号的步骤。
12. 根据权利要求 7 所述的方法，其中把组合信号与预期信号相关的步骤包括每隔第二时间段，在第一时间段内把组合信号与预期信号重复相关的步骤，其中第二时间段比第一时间段短。
13. 根据权利要求 7 所述的方法，该方法还包括步骤：
将相关信号存储到相关信号存储器内；以及
分析该相关信号。
14. 一种接收机，该接收机包括：
多个接收单元，分别接收一个发送信号以产生多个接收单元信号；
调制信号发生器，用于产生多个任意调相信号；以及
信号调制器，用于利用一个不同调相信号分别对多个接收单元信号中的每个接收单元信号进行调相以产生多个调相信号。
15. 根据权利要求 14 所述的接收机，其中调相信号是不相关随机相位信号。
16. 根据权利要求 14 所述的接收机，该接收机进一步包括用于将多个调相信号组合为一个组合信号的信号组合器。
17. 根据权利要求 16 所述的接收机，其中信号组合器将多个调相信号相加为组合信号。
18. 根据权利要求 16 所述的接收机，该接收机包括用于从组合信号中检测发送信号的检测器。
19. 根据权利要求 18 所述的接收机，该接收机包括用于从检测的发送信号中提取信息的信号处理器。
20. 根据权利要求 16 所述的接收机，该接收机进一步包括：
接收机计算器，用于产生一个预期信号；以及
信号相关器，用于把组合信号与预期信号相关以产生相关信号。
21. 根据权利要求 20 所述的接收机，其中接收机计算器产生作为多个调相信号的函数的预期信号。
22. 根据权利要求 20 所述的接收机，其中接收机计算器从特定方向

产生预期信号。

23. 根据权利要求 18 所述的接收机，其中接收机计算器从多个方向产生多个预期信号；而且其中信号相关器单独把组合信号分别与来自多个方向的多个预期信号中的每个预期信号相关以产生多个相关信号。

5 24. 根据权利要求 20 所述的接收机，其中相关器包括把组合信号与预期信号互相关以产生互相关信号的互相关器。

25. 根据权利要求 20 所述的接收机，其中相关器每隔第二时间段，在第一时间段内把组合信号与预期信号重复相关，其中第二时间段比第一时间段短。

10 26. 根据权利要求 20 所述的接收机，该接收机进一步包括：
相关信号存储器，用于存储相关信号；以及
信号处理器，用于分析相关信号。

27. 一种在具有多个接收单元的接收机内同时接收多个发送信号的方法，其中每个发送信号具有不同的空间位置，该方法包括步骤：

15 在多个接收单元中接收多个发送信号以产生多个接收单元信号；
产生从多个接收单元信号导出的组合信号；以及
利用其不同空间位置，从组合信号中检测多个发送信号中的每个发送信号。

28. 根据权利要求 27 所述的方法，该方法进一步包括：
20 产生多个调相信号；以及
利用一个不同调相信号分别对多个接收单元信号中的每个接收单元信号进行调相以产生多个调相信号。

29. 根据权利要求 22 所述的方法，其中调相信号是不相关随机调相信号。

25 30. 根据权利要求 28 所述的方法，其中产生组合信号的步骤包括将多个调相信号组合为一个组合信号的步骤。

31. 根据权利要求 30 所述的方法，其中组合步骤包括将多个调相信号相加为组合信号的步骤。

32. 根据权利要求 27 所述的方法，该方法包括从检测的发送信号中

提取信息的步骤。

33. 根据权利要求 27 所述的方法，其中检测步骤包括步骤：

产生一个预期信号；以及

把组合信号与预期信号相关以产生相关信号。

5 34. 根据权利要求 33 所述的方法，其中产生预期信号的步骤包括产生作为多个调相信号的函数的预期信号的步骤。

35. 根据权利要求 33 所述的方法，其中产生预期信号的步骤包括从特定方向产生预期信号的步骤。

10 36. 根据权利要求 35 所述的方法，其中产生预期信号的步骤包括从多个方向产生多个预期信号的步骤；而且其中把组合信号相关的步骤包括把组合信号分别与来自多个方向的多个预期信号中的每个预期信号相关以产生多个相关信号的步骤。

37. 根据权利要求 33 所述的方法，其中把组合信号与预期信号相关的步骤包括把组合信号与预期信号互相关以产生互相关信号的步骤。

15 38. 根据权利要求 33 所述的方法，其中把组合信号与预期信号相关的步骤包括每隔第二时间段，在第一时间段内把组合信号与预期信号重复相关的步骤，其中第二时间段比第一时间段短。

39. 根据权利要求 33 所述的方法，该方法进一步包括步骤：

将相关信号存储到相关信号存储器内；以及

20 分析相关信号。

40. 一种用于同时接收多个发送信号的接收机，其中每个发送信号具有不同的空间位置，该接收机包括：

多个接收单元，用于接收多个发送信号以产生多个接收单元信号；

信号组合器，用于产生从多个接收单元信号导出的一个组合信号；

25 以及

检测器，用于利用其不同空间位置，从组合信号中检测多个发送信号中的每个发送信号。

41. 根据权利要求 40 所述的接收机，该接收机进一步包括：

调制信号发生器，用于产生多个任意调相信号；以及

信号调制器，用于利用一个不同调相信号分别对多个接收单元信号中的每个接收单元信号进行调相以产生多个调相信号。

42. 根据权利要求 41 所述的接收机，其中多个任意调相信号是不相关随机相位信号。

5 43. 根据权利要求 41 所述的接收机，其中信号组合器把多个调相信号组合为一个组合信号。

44. 根据权利要求 43 所述的接收机，其中信号组合器将多个调相信号相加为组合信号。

10 45. 根据权利要求 40 所述的接收机，该接收机包括用于从检测的发送信号中提取信息的信号处理器。

46. 根据权利要求 40 所述的接收机，该接收机进一步包括：
接收机计算器，用于产生一个预期信号；以及
信号相关器，用于把组合信号与预期信号相关以产生相关信号。

15 47. 根据权利要求 46 所述的接收机，其中该接收机计算器产生作为多个调相信号的函数的预期信号。

48. 根据权利要求 46 所述的接收机，其中接收机计算器从特定方向产生预期信号。

20 49. 根据权利要求 48 所述的接收机，其中接收机计算器从多个方向产生多个预期信号；而且其中信号相关器把组合信号分别与来自多个方向的多个预期信号中的每个预期信号相关以产生多个相关信号。

50. 根据权利要求 46 所述的接收机，其中信号相关器把组合信号与预期信号互相关以产生互相关信号。

25 51. 根据权利要求 46 所述的接收机，其中信号相关器每隔第二时间段，在第一时间段内把组合信号与预期信号重复相关，其中第二时间段比第一时间段短。

52. 根据权利要求 46 所述的接收机，该接收机进一步包括：
存储器，用于把相关信号存储到相关信号存储器中；以及
信号处理器，用于分析相关信号。

53. 一种在具有多个接收单元的接收机内接收信号的方法，该方法

包括步骤：

在多个接收单元中接收一个发送信号以产生多个接收单元信号，其中发送信号具有调制速率；

5 产生多个调相信号，其中调相信号具有码片化速率，而且码片化速率大于调制速率；以及

利用一个不同调相信号分别对多个接收单元信号中的每个接收单元信号进行调相以产生多个调相信号。

54. 根据权利要求 53 所述的方法，其中调相信号是任意调相信号。

55. 根据权利要求 54 所述的方法，其中任意调相信号是不相关随机
10 相位信号。

56. 根据权利要求 53 所述的方法，该方法进一步包括把多个调相信号组合为一个组合信号的步骤。

57. 根据权利要求 56 所述的方法，其中组合步骤包括将多个调相信号相加为组合信号的步骤。

15 58. 根据权利要求 56 所述的方法，该方法包括从组合信号中检测发送信号的步骤。

59. 根据权利要求 58 所述的方法，该方法包括从检测的发送信号中提取信息的步骤。

20 60. 根据权利要求 56 所述的方法，该方法进一步包括步骤：
产生一个预期信号；以及

把组合信号与预期信号相关以产生相关信号。

61. 根据权利要求 60 所述的方法，其中产生预期信号的步骤包括产生作为多个调相信号的函数的预期信号的步骤。

25 62. 根据权利要求 60 所述的方法，其中产生预期信号的步骤包括从特定方向产生预期信号的步骤。

63. 根据权利要求 62 所述的方法，其中产生预期信号的步骤包括从多个方向产生多个预期信号的步骤，而且其中把组合信号相关的步骤包括把组合信号分别与来自多个方向的多个预期信号中的每个预期信号相关以产生多个相关信号的步骤。

64. 根据权利要求 60 所述的方法, 其中把组合信号与预期信号相关的步骤包括把组合信号与预期信号互相关以产生互相关信号的步骤。

65. 根据权利要求 60 所述的方法, 其中把组合信号与预期信号相关的步骤包括每隔第二时间段, 在第一时间段内把组合信号与预期信号重复相关的步骤, 其中第二时间段比第一时间段短。

66. 根据权利要求 60 所述的方法, 该方法进一步包括步骤:
将相关信号存储到相关信号存储器内; 以及
分析相关信号。

67. 一种在具有多个接收单元的接收机内接收信号的方法, 该方法包括步骤:

在多个接收单元中接收一个发送信号以产生多个接收单元信号;
独立于发送信号方向的方向, 产生多个调相信号; 以及
利用一个不同的任意调相信号分别对多个接收单元信号中的每个接收单元信号进行调相以产生多个调相信号。

68. 根据权利要求 67 所述的方法, 其中调相信号是任意调相信号。

69. 根据权利要求 68 所述的方法, 其中任意调相信号是不相关随机相位信号。

70. 根据权利要求 67 所述的方法, 该方法进一步包括将多个调相信号组合为一个组合信号的步骤。

71. 根据权利要求 70 所述的方法, 其中组合步骤包括将多个调相信号相加为组合信号的步骤。

72. 根据权利要求 70 所述的方法, 该方法包括从组合信号中检测发送信号的步骤。

73. 根据权利要求 72 所述的方法, 该方法包括从检测的发送信号中提取信息的步骤。

74. 根据权利要求 70 所述的方法, 该方法进一步包括步骤:
产生一个预期信号; 以及
把组合信号与预期信号相关以产生相关信号。

75. 根据权利要求 74 所述的方法, 其中产生预期信号的步骤包括产

生作为多个调相信号的函数的预期信号的步骤。

76. 根据权利要求 74 所述的方法，其中产生预期信号的步骤包括从特定方向产生预期信号的步骤。

77. 根据权利要求 76 所述的方法，其中产生预期信号的步骤包括从
5 多个方向产生多个预期信号的步骤；而且其中把组合信号相关的步骤包括把组合信号分别与来自多个方向的多个预期信号中的每个预期信号相关以产生多个相关信号的步骤。

78. 根据权利要求 74 所述的方法，其中把组合信号与预期信号相关的步骤包括把组合信号与预期信号互相关以产生互相关信号的步骤。

10 79. 根据权利要求 74 所述的方法，其中把组合信号与预期信号相关的步骤包括每个第二时间段，在第一时间段内把组合信号与预期信号重复相关的步骤，其中第二时间段比第一时间段短。

80. 根据权利要求 74 所述的方法，该方法进一步包括步骤：
将相关信号存储到相关信号存储器内；以及
15 分析相关信号。

用于空分多址接收机的方法和设备

5 技术领域

本发明涉及无线通信网络，更具体地说，本发明涉及无线通信网络中的空分多址（SDMA）。

背景技术

10 无线通信业务是一种逐渐变得普通的通信形式，而且对无线业务的需求也在继续增长。无线业务的例子包括蜂窝式移动电话、无线因特网业务、无线局域计算机网络、卫星通信网、卫星电视以及多用户寻呼系统。不幸的是，实际因素或者在通常情况下的政府法规将这些通信系统限制在有限频谱内。当达到这些系统的最大用户量或“容量”时，可以
15 通过（1）对无线业务分配更多频谱，或者（2）更有效地利用分配的频谱，来满足用户对更多业务的需求。因为限制了频谱而且不能跟上用户的需求，所以急迫需要一种更有效利用分配的频谱的新型技术。

无线通信系统通常由一个或者多个基站构成，诸如移动电话用户的无线用户通过基站接入诸如电话网的通信网。基站对局域范围内的多个
20 固定的或者移动的无线用户提供服务。为了提高系统的容量，业务提供商可以安装更多个基站，减小每个基站处理的区域和用户数量。这种方法未分配更多的频谱带而增加了系统容量，但是成本非常高，因为需要明显更多的硬件。

更有效利用频谱的另一种方法是改善“多址联接”（multiple
25 access）技术。多址联接技术使多个用户共享分配的频谱，因此它们不互相干扰。最通用的多址联接方法是频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）、码分多址（CDMA）以及更近期的空分多址（SDMA）。

FDMA 将分配的频带划分为多个频道。每个用户通过不同的频道发送和接收信号以避免干扰其它用户。在一个用户不再需要对其分配的频道

时，将该频道重新分配给另一个用户。

利用 TDMA，各用户可以共享公共频道，但是每个用户在不同时间使用该公共频道。换句话说，对每个用户分配时隙，在该时隙内，该用户可以进行发送和接收。因此，TDMA 在多个可用时隙内交错多个用户。

- 5 CDMA 利用编码调制方法使多个用户共享公共频道。CDMA 对多个用户分别分配独特代码。用户根据其独特代码利用宽带编码脉冲串对其数字信号进行调制，然后发送调制的编码信号。通过识别调制的代码，基站检测用户的传输。

- 10 在 SDMA 中，系统可以根据希望的用户信号的到达方向，或者空间特性，将希望的用户信号与其它信号分离。有时将其称为“空间滤波”。因此，即使两个用户可以同时通过同一个频率进行发送，基站仍可以区别它们，因为用户发送的信号从不同的方向到达。可以结合 FDMA、TDMA 或 CDMA 使用 SDMA。

- 15 传统的 SDMA 接收机需要由多个接收单元构成的阵列。此外，传统的 SDMA 接收机采用一组移相器，移相器组与接收单元阵列配合以产生在特定方向进行“查看”的“射束”。通常，更希望产生多个射束，每个射束指向不同的方向，即指向不同的用户。射束越多，则 SDMA 系统可以处理的在同一时间在同一个频率工作的同时用户越多。然而，射束越多，则 SDMA 接收机就越复杂。例如，每个射束可能需要单独一组移相器和电路
- 20 来进行信号跟踪。此外，每个射束可能要求单独一个“信号组合器”，该信号组合器将从每个接收单元接收的信号组合在一起以形成“组合信号”。不仅如此，每个组合信号可能需要单独一个信号检测器，该信号检测器检测用户发送的信号。硬件的这种复杂性大大提高了 SDMA 接收机的成本。

- 25 利用已知的算法，通过在信号处理软件中进行移相、信号跟踪、信号组合以及信号检测，可以降低硬件复杂性。然而，当前的信号处理技术难以识别、跟踪通过同一个频率同时发送的大量信号，特别是在“多径”环境下。在多径环境下，发送的信号可以通过多个路径到达接收机。例如，发送的信号可以直接（1），而且可以在被物体反射后间接（2）到

达接收机。多径信号也可能以上述同样方式使传统 SDMA 接收机更复杂。

因此，需要提供一种可以从多个方向同时进行接收，可以在多径环境下工作而且还无需提高接收机的硬件或软件复杂性的改进型 SDMA 接收机。

5

发明内容

发明内容和以下的详细说明不应限制本发明范围。它们提供的例子和解释是为了使其它人实现本发明。

根据本发明的方法和系统可以引入一个多单元接收信号阵列，该多
10 单元接收信号阵列可以实现与极化无关的各向同性接收而且其功率增益大于各向同性。该方法和系统可以接收具有同样载波频率或不同载波频率的多个信号，区别这些信号并确定它们的到达方向。

根据本发明的方法和系统在具有多个接收单元的接收机中接收多个
15 发送信号，其中每个发送信号具有不同的空间位置。该方法和系统在多个接收单元中接收多个发送信号以产生多个接收单元信号、由多个接收单元信号产生组合信号，以及利用其不同空间位置从组合信号中检测多个发送信号。

为此，根据本发明的方法和系统产生多个可以是任意的或者不相关的
20 调相信号，并利用一个不同调相信号分别对多个接收单元信号中的每一个接收单元信号进行调相以产生多个调相信号。然后，该方法和系统将多个调相信号组合为一个组合信号，产生预期信号以及使组合信号与预期信号相关以产生相关信号。然后，该方法和系统将相关信号存储到相关信号存储器内，并分析相关信号以从所检测的发送信号中提取信息。

附图说明

25 引入本发明并作为本发明一部分的附图示出本发明的实施方式，而且与说明一起用于解释本发明的优点和原理。附图包括：

图 1 是根据本发明的接收机的方框图；

图 2 是根据本发明，图 1 所示接收机可以工作的环境的示意图；

图 3A 是由图 1 所示调制信号发生器产生的根据本发明的调相信号的示意图；

图 3B 是均根据本发明的由图 1 所示信号调制器产生的调相信号以及一个组合信号的示意图；以及

5 图 4 是根据本发明用于进行空分多址接收的处理过程 400 的流程图。

具体实施方式

综述

以下将参考附图说明本发明实施例。适当时，不同附图中的相同参
10 考编号表示相同或类似的单元。

根据本发明的方法和系统克服了无线系统中传统 SDMA 接收机的硬件和软件的复杂性问题。这种方法和系统包括具有多个接收单元的接收单元阵列。无线系统的用户发送多个信号，每个信号相对于接收单元阵列分别具有不同方向或空间位置。例如，用户可以是移动电话用户。

15 接收单元阵列在多个接收单元内接收多个发送信号以形成多个接收单元信号。这种方法和系统产生从多个接收单元信号导出的一个组合信号，而且可以根据其不同空间位置从一个组合信号中检测多个发送信号中的每个发送信号。因此，这种方法和系统不需要多组移相器、多个信号组合器或者多个信号检测器。相反，这种方法和系统可以根据其不同
20 空间位置从一个组合信号中检测来自多个用户的信号，而不是为来自每个用户的每个信号产生一个不同组合信号并从每个组合信号中检测信号。

为此，根据本发明的方法和系统产生多个调相信号，这些调相信号可以是任意调相信号或不相关调相信号，而且利用一个不同调相信号分
25 别对多个接收单元信号中的每个接收单元信号进行调相以产生多个调相信号。然后，这种方法和系统将多个调相信号组合为一个组合信号，产生预期信号并使该组合信号与预期信号相关以形成相关信号。预期信号是由用户的方向预期的组合信号，而且它可以是调相信号和用户方向的函数。然后，这种方法和系统将相关信号存储到相关信号存储器内，并

分析该相关信号以从来自用户的信号中提取发送信息。

详细实现过程

根据本发明的方法和系统在具有多个接收单元的接收机中接收一个发送的信号。图 1 是根据本发明的接收机 100 的方框图。接收机 100 包括：具有多个接收单元的阵列 1、调制信号发生器 8、信号调制器 9、信号组合器 10、接收机配置存储器 6、接收机计算器 7、信号存储器 12、信号相关器 11、信号路由器 14、多个信号存储器 15 以及信号处理器 120。接收机 100 还可以包括以上未特别说明的其它部件，例如滤波器、混合器、放大器以及电源。这些部件的位置可以根据本技术领域内的设计者的爱好而变化。

图 2 是根据本发明的、接收机 100 可以工作的环境 200 的示意图。在环境 200 下，远程发射机 A 和远程发射机 B 可以分别从远程发射机空间 202 发送信号 2 和 3。例如，远程发射机 A 和 B 可以是移动电话。

发送信号 2 和 3 入射到阵列 1 和多个单元接收信号 2 和 3 以形成多个接收单元信号。将多个接收单元信号（通过线路 102）传送到信号调制器 9，以下做详细说明。

根据本发明的方法和系统产生多个调相信号。调制信号发生器 8 为阵列 1 的接收单元产生调相信号。这些调相信号可以是任意的或者是不相关的（相关值小于 1）。不相关的调相信号可以是实质上不相关也可以是仅稍许不相关。例如，不相关的随机相位信号可以具有小于 1 而大于 0.75，小于或者等于 0.75 而大于 0.5，小于或者等于 0.5 而大于 0.25，小于或者等于 0.25 而大于或者等于 0 的相关值。另一方面，一些或者全部这些信号可以非常相关，或者甚至相同。调相信号可以是任意的，它可以与阵列 1 各单元的几何结构不相关，或者不取决于阵列 1 各单元的几何结构。调相信号可以与发送信号的方向无关。

图 3A 是阵列 1 的几个单元的典型调相信号的示意图。如图 3A 所示，对于第一接收单元的第一调相信号 302，调制信号发生器 8 在持续时间 T_c 中产生相位 ϕ_{11} 。然后，对于第一调相信号 302，调制信号发生器 8 在

持续时间 T_c 中产生相位 ϕ_{12} 。这继续进行，但是示出 N 个周期的 T_c ，其中 T_c 是一个“码片”周期。阵列 1 每个单元的容许移相值 ϕ 可以在 0 至 2π 弧度之间连续变化，也可以限制为有限数量的值，例如 0 和 π 弧度。如果采用有限数量的移相值 ϕ ，则可以对每个单元分配不同容许值。

5 对第二接收单元的第二调相信号 304 进行同样处理。如图 3A 所示，对于第二调相信号 304，调制信号发生器 8 分别在持续时间 T_c 中产生相位 ϕ_{21} 和 ϕ_{22} 。对具有第三调相信号 306 的第三接收单元至具有第 J 调相信号 308 的第 J 接收单元同样重复此处理过程，其中 J 是阵列 1 的接收单元总数。将调相信号输出到信号调制器 9。调制信号发生器 8 还将该调相信号输出到接收机计算器 7，以下对此做详细说明。尽管相位可以是随机的，但是它们被接收机 100 所知。

根据本发明的方法和系统利用调相信号之一对多个接收单元信号中的一个接收单元信号分别进行调相以产生多个调相信号。因此，信号调制器 9 利用调制信号发生器 8 产生的调相信号之一对每个单元信号进行调相或者使其“码片”化。图 3B 是根据本发明的调相信号的示意图。如图 3B 所示，第一接收单元调相信号 310 的第一码片等于第一接收单元信号，但是被移相了调相信号 302 的第一相位 ϕ_{11} 。同样，调相信号 310 的第二码片等于第一接收单元信号，但是被移相了调相信号 302 的第二相位 ϕ_{12} 。同样，对第二至第 J 接收单元信号进行调相以产生第二至第 J 调相信号 312 至 316。

20 调相信号 310—316 从信号调制器 9 输出到信号组合器 10（通过线路 104）。根据本发明的方法和系统将多个调相信号组合为一个组合信号 318。因此，信号组合器 10 将调相信号组合为组合信号 318。在一个实施例中，信号组合器 10 逐码片地计算多个调相信号的和以产生组合信号 318。例如，将从第一调相信号 310 至第 J 调相信号 316 的所有第一码片相加以形成组合信号第一码片 320，将从第一调相信号 310 至第 J 调相信号 316 的所有第二码片相加以形成组合第二码片 322，等等。组合信号 318 的每个码片可以具有符合瑞利 (Rayleigh) 密度函数的矢量振幅，而且可以具有随机相角。组合信号 318 从信号组合器 10 输出到信号相关器

11 (通过线路 106)。

根据本发明的方法和系统产生预期信号。该预期信号是在从相对于阵列 1 的特定方向发送未调制载波的情况下，预期将作为组合信号 318 的信号。接收机计算器 7 计算该预期信号。例如，参考图 2，接收机计算器 7 可以对从发射极 A 的方向发出的载波产生预期信号。接收机计算器 7 从调制信号发生器 8 和接收机配置存储器 6 输入信息以计算预期信号。接收机配置存储器 6 可以提供对信号组合器 10 组合前的接收单元信号和调相信号的振幅、相位以及极化产生影响的信息。该信息可以包括发送信号 2 和 3 的载波频率、其估计方向、阵列 1 内各接收单元的配置以及各单元的传输线长度。调制信号发生器 8 可以提供表示调相信号 302—308 内的每个码片的相对相位的信息。接收机计算器 7 计算预期信号，并将它输出到信号存储器 12 进行临时存储。信号存储器 12 输出预期信号，并将它输入到信号相关器 11。因为发送信号的极化可能影响组合信号的相位和振幅，所以接收机计算器 7 可以根据发送信号的假定极化来计算预期信号。

根据本发明的方法和系统使组合信号 318 与预期信号相关以形成相关信号。信号相关器 11 输入组合信号 318 和预期信号，然后使这两个信号相关。在一个实施例中，信号相关器 11 可以使组合信号 318 的对应 N 个连续码片与预期信号相关。在此实施例中，N 的值可以是 50。在每次将组合信号 318 的 N 个新码片（或者时间周期 $N \times T_c$ ）输入到相关器 11 时，信号相关器 11 可以在组合信号 318 与预期信号之间重新进行互相关。在每次进行新的相关时，接收机计算器 7 可以更新预期信号以包括下面的 N 个码片，而且可以删除先前码片，使得 N 的值可以保持例如 50。信号相关器 11 产生作为组合信号 318 与预期信号之间的互相关量度的输出。在图 2 所示的例子中，假定与组合信号 318 互相关的预期信号是来自发射机 A 方向的信号，则信号相关器 11 为在远程发射机 A 的方向“查看”的接收机 100 产生作为相关信号的输出。该相关信号被输出到信号路由器 14。

根据本发明的方法和系统可以从多个方向产生多个预期信号，而且

可以使组合信号 318 与多个预期信号相关以产生多个相关信号。例如，参考图2,接收机计算器可以为来自发射机A的方向的载波产生预期信号，而且可以为来自发射机 B 的方向的相同频率或者不同频率的载波产生预期信号。因此，接收机 100 可以一次同时“查看”多个（M 个）方向，而且接收机计算器 7 可以产生 M 个预期信号，信号相关器 11 可以使 M 个预期信号与组合信号 318 互相关以产生 M 个相关信号。每个相关信号是接收机 100 在该特定方向进行“查看”的检测信号。M 个相关信号被输出到信号路由器 14（通过线路 108）。

根据本发明的方法和系统将 M 个相关信号存储到相关信号存储器 15，并对该相关信号进行分析。利用信号处理器 120 从相关信号中提取诸如语音或其它数据的信息。信号路由器 14 将 M 个相关信号分别传送到几个信号存储单元 1 至 M 之一。信号存储单元 1 至 M 分别存储来自指定方向 1 至 M 的连续相关信号。

如果处理速度足够高，则接收机 100 可以同时处理并检测来自多个方向的信号。作为一种选择，信号存储器 1 至 M 存储各不同发射机，例如发射机 A 或 B 的相关信号。如果发射机是移动的、而且持续改变相对于接收机 100 的方向，则这是有用的。在这种情况下，为了与当前发射机位置对应，对接收机计算器 7 使用的用于建立移动发射机预期信号的方向进行连续更新。

阵列 1 可以不具有方向特性，而可以是各向同性的（全向的）。各调相信号的任意关系可以对 N 个码片的组合信号块给予接收机内的相同平均能量，而与发送信号的到达方向无关。还可以以这样的方式设计阵列 1 和接收机 100，使得在更有限的发射机空间内，它对于发送信号是各向同性的。

图 4 是根据本发明的空分多址接收过程 400 的流程图。首先，根据本发明的方法和系统在多个接收单元中接收一个发送信号以产生多个接收单元信号（步骤 402）。然后，该系统产生多个调相信号（步骤 404），利用一个不同调相信号分别对多个接收单元信号中的每个接收单元信号进行调相，以产生多个调相信号（步骤 406）。然后，该方法和系统将多

个调相信号组合为一个组合信号（步骤 408）。然后，该方法和系统产生预期信号（步骤 410），并把组合信号 318 与该预期信号互相关以产生相关信号（步骤 412）。之后，该方法和系统将相关信号存储到相关信号存储器内，并对该相关信号进行分析（步骤 414）。

5

预期信号的极化

通常，发送信号的极化会影响预期信号。如果事先知道发送信号的极化，则接收机计算器 7 可以在计算预期信号时利用此值。如果事先不知道极化值，则接收机计算器 7 有几个选择。一个选择是假定一个极化值，并根据此假定的极化值计算预期信号。在该选择中，检测与该假定极化一致的发送信号的极化分量。

另一个选择是，接收机计算器 7 计算两个预期信号。如上所述，根据假定的极化计算第一预期信号，并根据与此第一极化垂直（正交）的极化计算第二预期信号。通过分别把组合信号与第一预期信号和第二预期信号相关来检测发送信号，从而产生两个相关信号。信号处理器 120 可以分别对这两个相关信号进行处理，或者将这两个相关信号组合在一起，以从发送信号中提取信息。

又一种选择是，如上所述，计算两个预期信号，根据假定的极化计算第一预期信号，而根据垂直（正交）极化计算第二预期信号。在该选择中，把这两个预期信号相加，或者将它们组合在一起，以产生第三预期信号。通过把该组合信号与第三预期信号相关来检测发送信号。在该选择中，不考虑发送信号的极化，与第三预期信号有良好相关。

这些技术以及本技术领域内的熟练技术人员设想的其它技术均可以用于从具有任何类型的极化特性，例如线性极化、圆极化或椭圆极化的发送信号中检测并提取信息。

处理增益

根据本发明的方法和系统可以产生多个调相信号，其中调相信号具有码片化速率（chipping rate），而且该码片化速率超过发送信号的调

制速率。在一个实施例中，信号调制器 9 可以以至少为发送信号最高调制频率周期 100 倍的速率，连续码片化所接收的单元信号。该码片化速率可以使信号相关器 11（在一个实施例中，它一次处理 50 个码片的块）包含附加到任意载波上的、不超过一个半周期或者不超过一个半波的调制信号，从而满足最低奈奎斯特采样速率。因此，在一个实施例中，其

5 码片化速率至少为最高调制速率的 100 倍的 50 个码片的相关长度相当于最大奈奎斯特采样间隔。这样可以从任何载波中完全恢复调制信息。N 的值也可以不是 50，而且满足最低奈奎斯特速率会产生不同的码片化速率。

通过线路 106（参考图 1）的组合信号 318（参考图 3B）中每个码片的振幅和相位可以取决于发送信号到达阵列 1 的接收单元的到达角。为了把从不同方向到达的信号区分开，接收机计算器 7 对每个方向分别预测并计算可能出现在组合信号 318 内的预期码片振幅和相位图（phase pattern）。对于每个方向，信号相关器 11 把预期码片图（chip pattern），即预期信号与组合信号 318 互相关。在信号存储器 12 内有来自 K 个不同

10 方向的 K 个预期码片图。在一个实施例中，K 等于 M，如上所述。

信号相关器 11 的处理增益可以为 \sqrt{N} ，其中 N 是组合信号 318 内、同时一起处理的码片数。N 个码片形成持续时间为 T 的码片块。组合信号 318 与 K 个预期信号之间具有上述互相关。

在一个实施例中，以如下方式产生处理增益值。含有 N 个码片的组合信号块（跨越从第 1 个码片的开始时间 t_1 到第 N 个码片的结束时间 $t_1 + T$ 的时间间隔）具有相关能量表达式：

20

$$R_{ER}(K, \theta) = \int_1^{1+T} \left\{ \overline{V}_{EK}(t) \right\} \cdot \left\{ \overline{V}_R(t) e^{+j\theta} \right\} dt$$

25 其中 $\overline{V}_R(t)$ 是包括 N 个码片的组合信号 318， $\overline{V}_{EK}(t)$ 是同样包括 N 个码片的相应第 K 个预期信号。 $\overline{V}_R(t)$ 和 $\overline{V}_{EK}(t)$ 的每个码片分别具有均方值 a_R^2 和 a_{EK}^2 而且分别具有均方根（rms）值 α_R 和 α_{EK} 。它们是满足瑞利密度函数、其随机相位和预期幅度值分别为 $\frac{\sqrt{\pi}}{2} a_R$ 和 $\frac{\sqrt{\pi}}{2} a_{EK}$ 的基本上随机的矢量。这些基本上随机的矢量可以分别由输入到信号组合器 10 的调相信号内的各

随机相位码片的和构成。移相项 $e^{+j\theta}$ 可以同样地应用于组合信号块的所有码片，其中可以选择参数 θ 以使每个被处理组合信号块的相关输出最大。在例如利用 QPSK 对发送信号进行调相的无线系统中，参数 θ 是相关信号的一部分，而且可以用于导出载波相位信息。在对发送信号进行调幅的系统中，互相关的幅度是相关信号的一部分，而且可以用于导出载波振幅信息。

良好相关的 N 个码片的相关能量的大小为 $N\alpha_R\alpha_{EK}\left(\frac{T}{N}\right)$ ，其中 T 是组合信号块持续时间，其中 $\left(\frac{T}{N}\right)$ 是一个码片的时间间隔，或者 T_c 。

另一方面，如果对于码片的相应预期信号块，码片的组合信号块是随机的，即它们不相关，则 N 个码片的相关能量的大小为 $\sqrt{N}\alpha_R\alpha_{EK}\left(\frac{T}{N}\right)$ 。在这种情况下，对于相应 N 个预期信号矢量（码片）， N 个组合信号矢量（码片）具有随机相位。 N 个随机矢量（均方根值为 α_R ）的和为二维高斯（均方根值为 $\sqrt{N}\alpha_R$ ）。还可以将该二维高斯密度函数描述为瑞利密度函数。

通过生成良好相关信号 $N\alpha_R\alpha_{EK}\left(\frac{T}{N}\right)$ 与不相关信号 $\sqrt{N}\alpha_R\alpha_{EK}\left(\frac{T}{N}\right)$ 的相关器输出的比值获得处理增益的值。

本技术领域内的熟练技术人员明白该系统具有许多变换例。例如，根据本发明的方法和系统不仅可以处理电磁信号，而且可以处理声信号。例如，发送信号可以通过水传播的声信号，而且在接收机和处理器内，接收单元信号、组合信号以及预期信号均可以代表声信号。该系统可以提供海底数据链路或任何方式的音频信号检测。在这种系统中，阵列 1 的接收单元是声传感器。

此外，信号处理器通常更容易产生伪随机数而非纯随机数，因此术语“随机”包括“伪随机”。因此，调制信号发生器 8 可以产生伪随机调相信号，信号调制器 9 可以产生伪随机调相信号。这适用于连续可变或者被限制为有限数量的值的调相信号 φ 。

此外，在此描述的、用于将组合信号与预期信号进行比较的技术（相

关技术)可以采用信号处理领域众所周知的、用于从发送信号中恢复幅度信息和相位信息的任意适当的信号比较技术。

除此之外,阵列 1 还可以取多种不同形状。例如,阵列 1 可以是平面、球形或圆柱形的。它还可以与例如飞机或汽车的外表面相符。

- 5 最后,信号调制器 9、信号组合器 10、调制信号发生器 8、信号存储器 12、信号相关器 11、信号路由器 14、接收机计算器 7、接收机配置存储器 6 以及信号处理器 120 执行的全部或者部分功能均可以以软件的方式实现,而不必以硬件方式实现。

- 10 尽管参考本发明的实施例对根据本发明的方法和系统进行了说明,但是本技术领域内的熟练技术人员,可以在所附权利要求所述的本发明实质范围及其完全等效范围内,可以从形式和细节方面对其做各种变更。

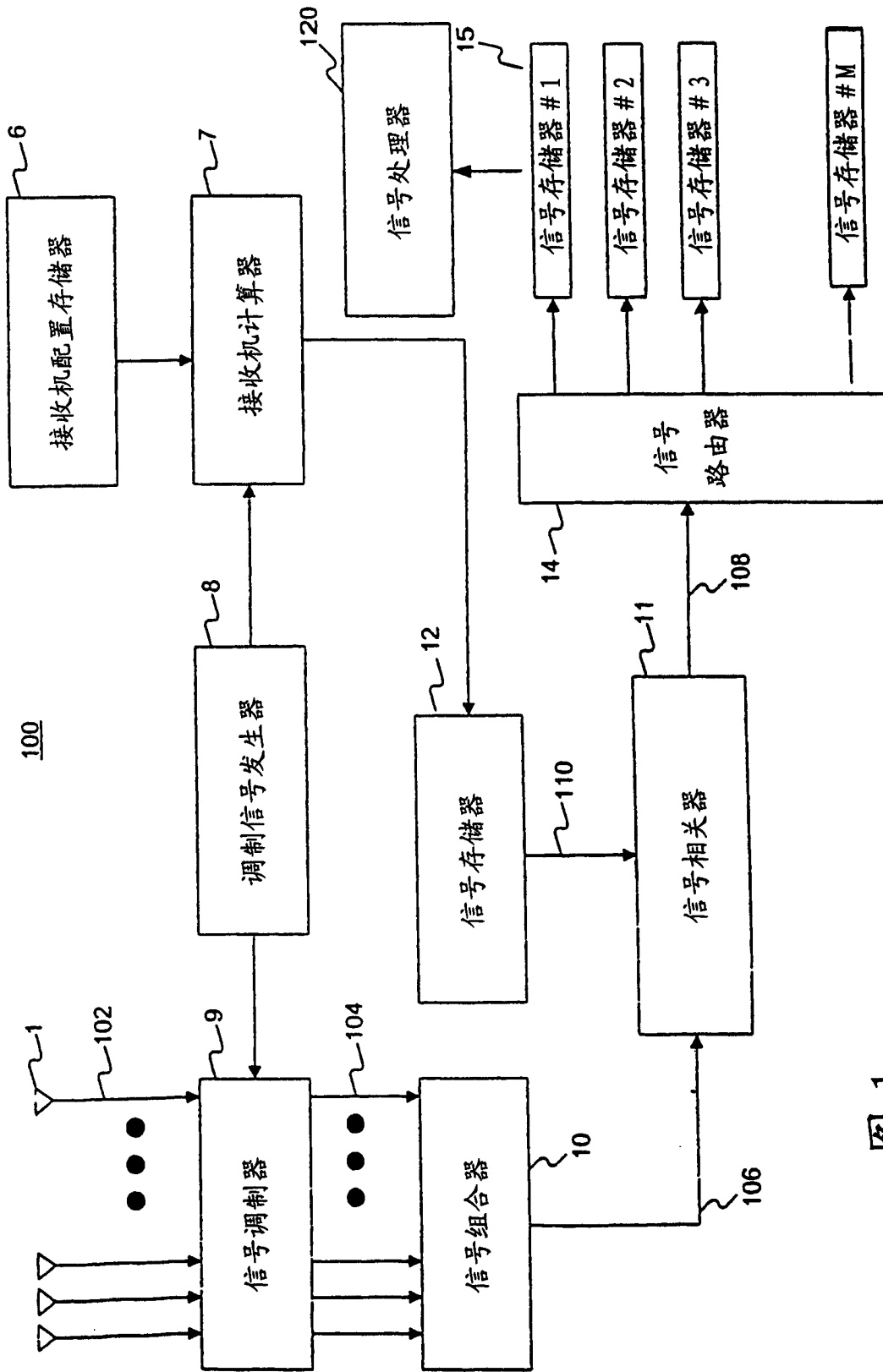


图 1

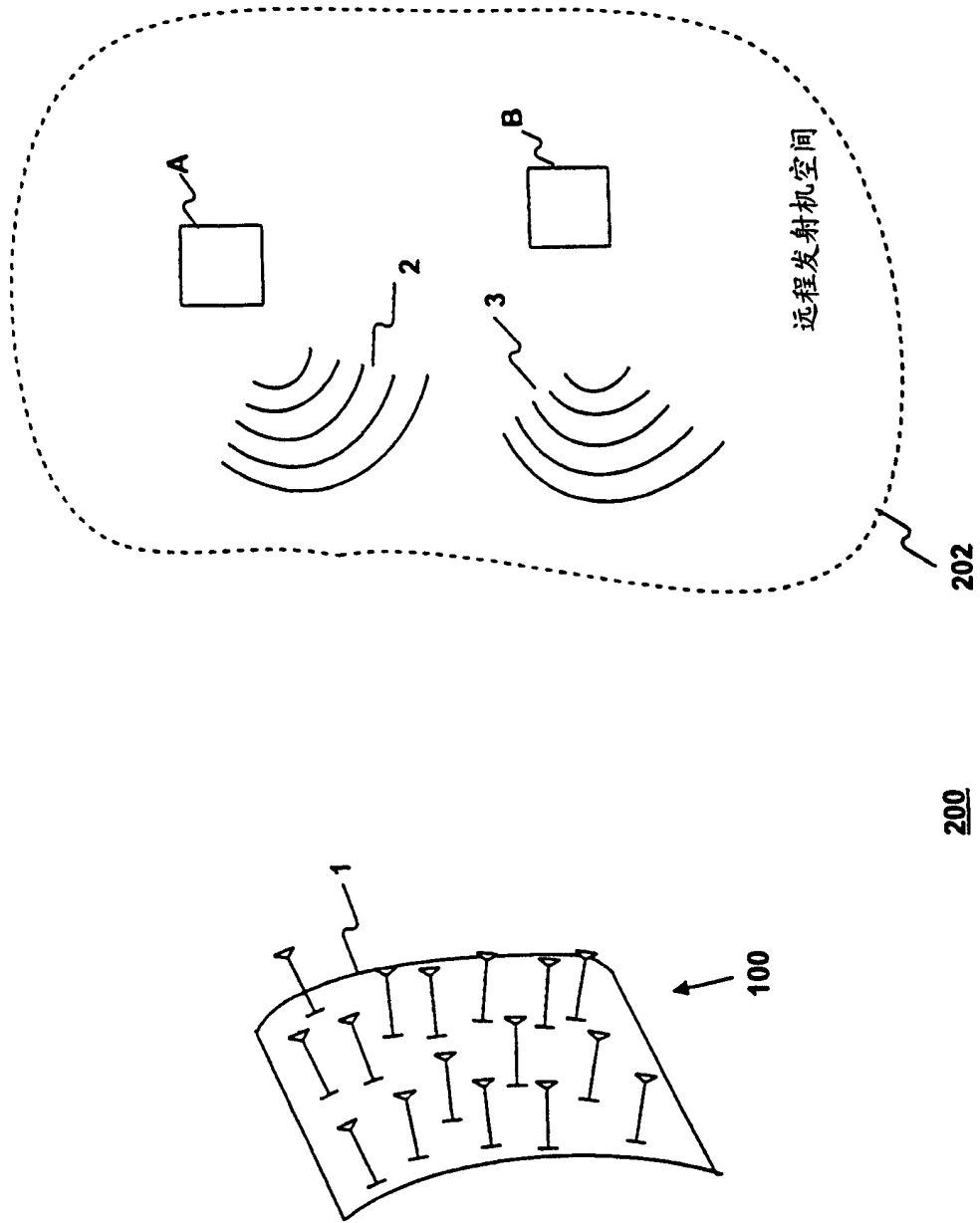


图 2

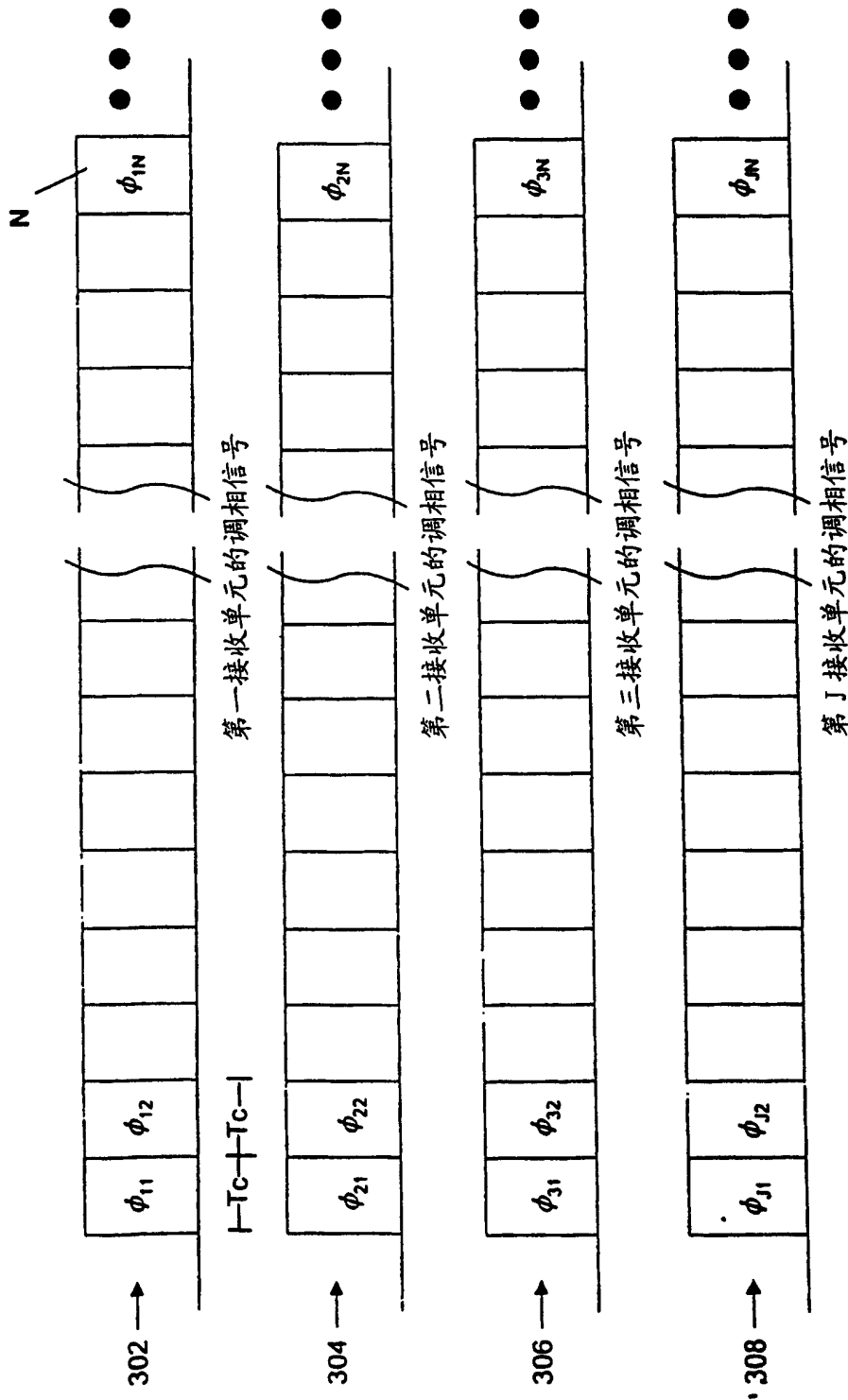


图 3A

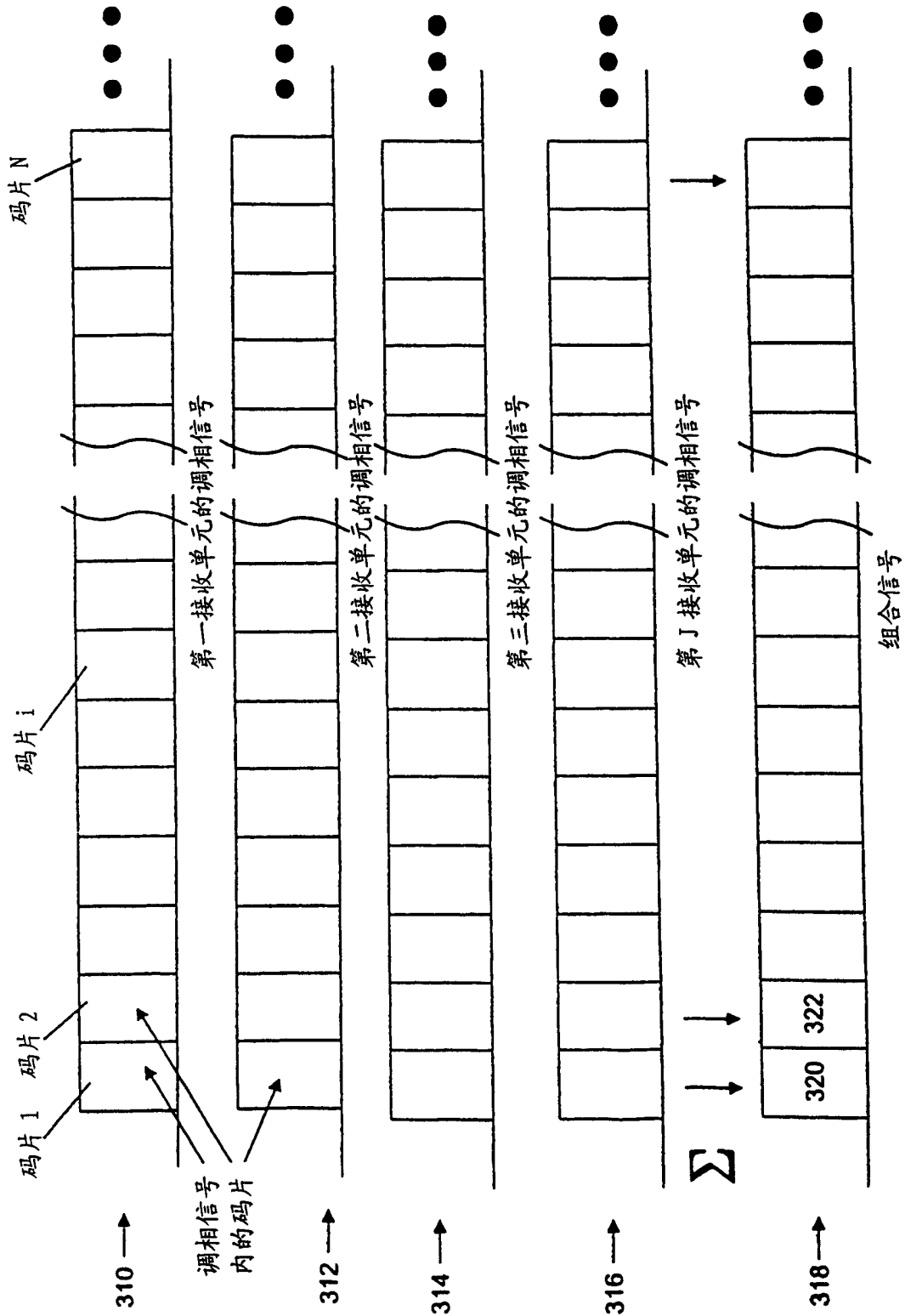


图 3B

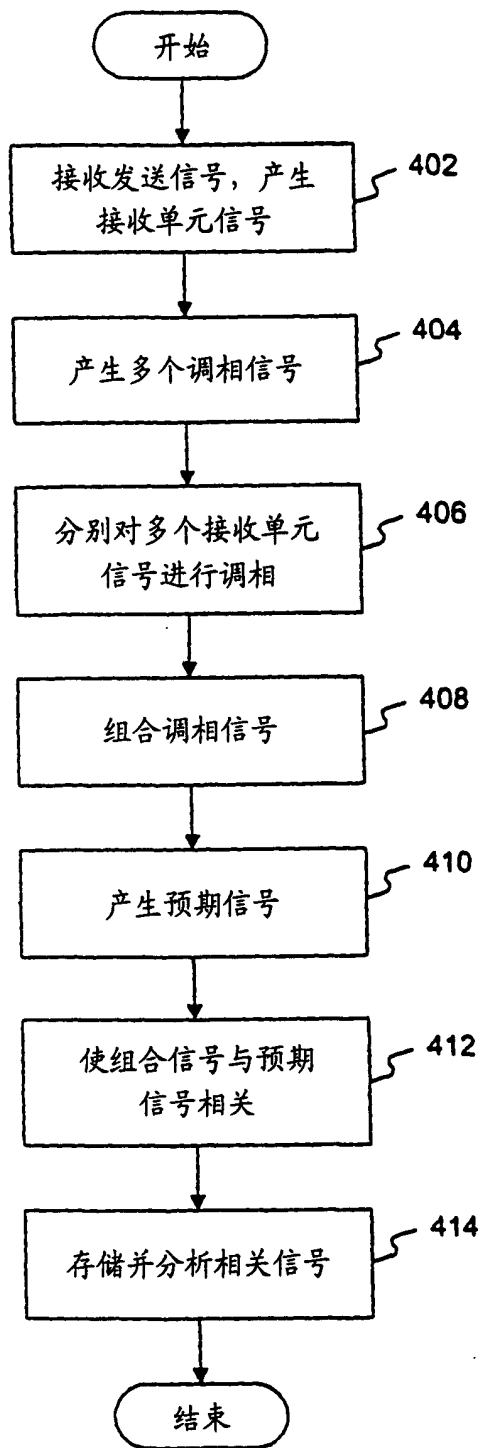


图 4